
4

*Evaluación técnica y económica para dos métodos de producción de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo invernadero.*

Magali García, Carlos Chuquillanqui, Jaris Veneros, Saskia García

Recibido: septiembre 2017

Aprobado: noviembre 2017

Evaluación técnica y económica para dos métodos de producción de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo invernadero.

Technical and economic evaluation for two methods of pre-basic seed of production of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) under greenhouse conditions.

Magali García^{1*}, Carlos Chuquillanqui², Jaris Veneros³, Saskia García⁴

¹Universidad Estatal Península de Santa Elena. Avda. principal La Libertad - Santa Elena. Ecuador.

²Centro Internacional De La Papa, (CIP). Av. La Molina 1885, La Molina, Lima 12, Perú.

³Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

⁴Universidad de las Fuerzas Armadas. Av. General Rumiñahui S/N y Paseo Escénico Santa Clara. Sangolquí – Ecuador.

*Correo de correspondencia: magagarciaosero@gmail.com

Resumen

*La papa (*Solanum tuberosum*) es un alimento primario en la seguridad alimentaria a nivel mundial, y pese a que representa una fuente importante de ingresos, su cultivo se ve amenazado por la falta de semilla de calidad. En este marco se evaluaron dos métodos de producción de semilla pre-básica (Convencional y Aeropónico), y dos variedades (Serranita y Chucmarina), en términos de productividad y beneficios económicos, pues en el Perú no se han realizado evaluaciones que comparen simultáneamente ambas metodologías. Esta investigación se desarrolló en el Centro Internacional de la Papa – Lima en la época de verano (diciembre- abril) con 4 tratamientos organizados en un Diseño Completo al Azar y 4 repeticiones. Resultó que, el mejor promedio de tubérculos > 5g, fue del sistema Aeroponía-Serranita con 324 tubérculos/m². El mayor promedio de tubérculos < 5g lo obtuvo el sistema Aeropónico (198 tubérculos/m²). Las altas temperaturas a las que estuvo expuesto el cultivo provocaron baja productividad resultante del estrés de la planta. El menor costo total de producción por metro cuadrado (US \$37.98/m²), se obtuvo en el sistema convencional en ambas variedades. El mayor ingreso total y rentabilidad lo obtuvo el tratamiento Aeropónico- Serranita con US \$125.16/m² y 66.97%.*

Palabras clave: papa, semilla pre-básica, método aeropónico, método convencional, evaluación técnica, evaluación económica

Abstract

*The potato (*Solanum tuberosum*) is a primary food security in the world, and although it represents an important source of income its planting, is threatened by the lack of quality seed. In this context, two methods of production of pre-basic potato seed (Conventional and Aeroponic), two varieties (Serranita and Chucmarina) in terms of productivity and economic benefits, since in Peru there are not evaluations that simultaneously compare both methodologies. This research was carried out at the International Potato Center - Lima, during the summer (December-April). The treatments were organized in a Complete Random Design with 4 replicates. It was concluded that the best average of tubers > 5g was presented by the Aeroponic - Serranita system with 324 tubers / m². The highest average of tubers < 5g was obtained by the Aeroponic system (198 tubers / m²). The high temperatures at which the crop was exposed caused low productivity resulting from plant stress. The lowest total cost of production per square meter (US \$ 37.98 / m²) was obtained in the conventional system in both varieties. The highest total income and profitability was obtained by the Aeroponic - Serranita treatment with US \$ 125.16 / m² and 66.97%.*

Keywords: potato, pre-basic seed, aeroponic system, conventional system, technical evaluation, economic evaluation

1. Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el tercer producto alimenticio en el mundo después del trigo y arroz (INIAP, 2017), representa una fuente importante de alimentos e ingresos económicos para los agricultores no solo en América sino a nivel mundial (Veneros, 2014). Sin embargo, uno de los principales problemas en la producción de papa es la calidad de la semilla (Esprella *et al.* 2012), por lo que en la actualidad se está optando por nuevas alternativas en la producción de semilla de papa como son los métodos convencional y aeropónico (Andrade *et al.* 2015). A partir de la semilla pre-básica, ésta se multiplica en el campo para obtener la semilla básica y, a partir de la semilla básica, se obtienen otras categorías de semilla, de acuerdo al grado de sanidad y la legislación fitosanitaria de cada país. La producción de semilla requiere inspecciones por agencias certificadoras para asegurar la calidad requerida de la semilla que va a ser distribuida para cultivos comerciales (Ramírez, 2011).

El método convencional de producción de semilla pre-básica de papa se define como la multiplicación de material limpio de cultivo in-vitro en invernadero, usando sustrato esterilizado (García, 2013). Para Benítez (1997), un manejo del sistema convencional de semilla pre-básica de papa, se inicia con la siembra de plantas in-vitro, luego se colocan las plántulas en camas que contengan sustrato esterilizado con mezclas. Por ejemplo: suelo negro (70%), pomina (15 %) y humus (15 %), y una fertilización sólida (60 g promedio de fertilizante por metro cuadrado de suelo).

El método aeropónico se define como el uso de la tecnología del cultivo sin suelo para la producción de semillas de papa Chang *et al.* (2000); Muro *et al.* (1997); Ranalli (1997); Ritter *et al.* (2001); Wheeler *et al.* (1990). Esta técnica ha sido empleada en varios países para la sustitución de los sistemas convencionales que han sido poco eficientes. Siendo la aeroponía una nueva tecnología, necesita ser adaptada a las condiciones locales Bag *et al.* (2015); dentro de esta nueva estrategia, la aeroponía permite producir grandes cantidades de minitubérculos de alta calidad a bajo costo. Esto a su vez permite reducir el número de multiplicaciones en campo de la semilla de categorías iniciales, lo que genera que la semilla certificada, que se obtiene al final de estos ciclos de multiplicación, tenga mayor sanidad y esté disponible en menor tiempo y a menor costo (Andrade, *et al.* 2015).

En el Perú, no se han realizado evaluaciones que comparen de manera simultánea los métodos

aeropónico y convencional para la producción de semilla pre-básica de papa a nivel comercial, desconociéndose la importancia que implica el hacer previamente un análisis técnico y económico de cada uno de los factores que intervienen en ambas metodologías de producción; de esta manera el agricultor tendrá una idea de cuál es la decisión más acertada en su proceso de producción.

Mediante este estudio se pretende responder a la pregunta: ¿Cuál de los dos métodos de producción de semilla básica pre-básica de papa es el más adecuado para el productor semillerista en términos de beneficios económicos y manejo técnico del cultivo en el Perú?

El objetivo de esta investigación fue evaluar dos métodos de producción de semilla pre-básica de papa (Convencional y Aeropónico) a nivel comercial, empleando dos variedades comerciales (Serranita y Chucmarina), en términos de productividad, costos y beneficios económicos para el productor semillerista, a fin de tener una comparación objetiva entre ambos métodos.

2.- Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en un invernadero del Centro Internacional de la Papa (CIP) en Lima-Perú (244 msnm, latitud 12° 4'34" S; longitud 76° 56'46" O) y en ella se evaluaron dos variedades de papa (Chucmarina y Serranita) y dos métodos de producción de semilla pre-básica de papa: aeropónico (Desarrollo de raíces y estolones en el aire usando nebulización con solución nutritiva) y convencional (Desarrollo de raíces y estolones en sustrato suelo preparado y con fertilización edáfica). El experimento se llevó a cabo mayoritariamente en la época de verano (diciembre-abril), con un rango de temperatura dentro del invernadero entre los 14.7 °C (temperatura mínima) hasta los 34.3 °C (temperatura máxima alcanzada). El diseño empleado fue el Diseño completamente al Azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental tuvo un área de 1 m² con 25 plantas distanciadas a 20 x 20 cm y, cada tratamiento fue ubicado de manera aleatoria. Para los análisis estadísticos se usó el programa R-Statistics y tuvo como objetivos obtener información y ganar experiencia respecto a los aspectos técnico productivos y de costos de ambos métodos. Se evaluaron las variables: Altura de planta, número de tubérculos mayores de 5 gramos por metro cuadrado (g/m²); número de tubérculos menores de 5 g/m²; peso de tubérculos mayores de 5 g/m²; peso de tubérculos menores de 5 g /m², y el índice de cosecha.

Con los datos obtenidos se realizó una evaluación económica de cada método, teniendo en cuenta los costos fijos depreciados en cada campaña, correspondiente a la infraestructura, módulo aeropónico, equipos, materiales y personal fijo. Los costos variables se relacionaron con los gastos de insumos y materiales, análisis de diagnóstico, mantenimiento de equipo e infraestructura y personal de apoyo. Para cada tratamiento, se calculó el rendimiento total/m², el costo total/m², el ingreso neto, el beneficio neto y la rentabilidad. A partir de la información generada, se calculó la rentabilidad de cada uno de los tratamientos como indicador de viabilidad económica.

3.- Resultados y Discusión

Altura de planta.

En la Tabla 1, se presentan los resultados del análisis de variancia para la variable altura de planta, los cuales indican que, hubieron diferencias significativas ($P < 0.05$) para variedades. El coeficiente de variación fue de 2.76, el mismo que, en condiciones de invernadero para este tipo de variable, afianza un buen grado de confiabilidad de los resultados.

Tabla 1. Análisis de variancia para la variable altura de planta.

Fuente de variación	GL	CM
Total	3	
Variedades (V)	1	72.25 *
Sistemas (S)	1	30.25
VxS	1	16
C.V. %	2.76%	

Fuente: Los autores

La prueba de comparación de medias (prueba de t) (Figura 1) indica que la mayor altura la obtuvo la variedad Chucmarina con 123.37 cm, en tanto que la variedad Serranita alcanzó una altura promedio de 119.12 cm.

Los resultados superan al rango de altura obtenidos en un estudio que evaluó el comportamiento de 10 variedades de papa nativa bajo un sistema aeropónico en Andahuaylas-Perú (Quishpe, 2013), presentándose valores entre 88.11 a 102.22 cm para altura de planta.

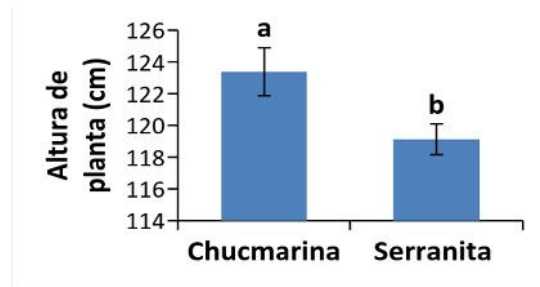


Figura 1. Altura de planta para las variedades Chucmarina y Serranita. Las barras representan desviación estándar de la media. Fuente: Los autores

Categorías de Tubérculos

Se categorizó los tubérculos cosechados en dos categorías: tubérculos mayores de 5 g/m² y tubérculos menores de 5 g/m². Esta diferenciación se hizo debido a que se considera que los tubérculos mayores de 5g, pueden ser sembrados directamente en el campo y producir plantas fuertes y sanas que podrán resistir los diferentes estreses que existen en campo abierto, mientras que los tubérculos menores de 5 g, se recomienda sembrarlos en ambientes controlados (invernaderos), en cualquier tipo de sistema de multiplicación de semilla pre-básica de papa. (Barona, 2012.)

Número de tubérculos mayores a 5 g por m²

En la Tabla 2, se presentan los resultados del análisis de variancia para la variable número de tubérculos > 5 g por m². Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para variedades y altamente significativas ($P < 0.01$) para sistemas y las interacciones variedad x sistemas. El coeficiente de variación fue 11.30 %, valor que en condiciones de invernadero para este tipo de variable, afianza un buen grado de confiabilidad de los resultados.

Tabla 2. Análisis de variancia para la variable número de tubérculos >5 g por m².

Fuente de variación	GL	CM
Total	3	
Variedades (V)	1	2756 *
Sistemas (S)	1	178929 **
VxS	1	13806 **
C.V. %	11.30%	

Fuente: Los autores

En la Figura 2, se muestran los resultados de las pruebas de comparación de medias (prueba t) para el número de tubérculos > 5 g por m². El tratamiento Aeroponía-Serranita, fue que arrojó los mejores resultados con 324 tubérculos/m² (13.00 tub/pl), en

tanto que el tratamiento Convencional - Serranita presentó los promedios más bajos con 54 tubérculos/m² (2.16 tub/pl).

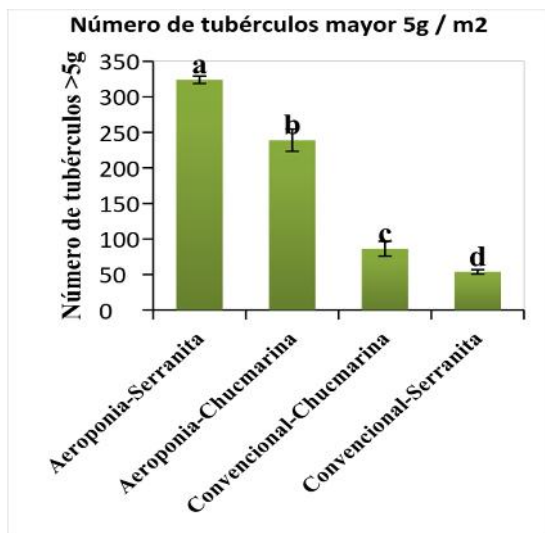


Figura 2. Comparación de tratamientos para el número de tubérculos > 5g por m². Las barras representan desviación estándar de la media. Fuente: Los autores

Número de tubérculos menores a 5 g por m²

En la Tabla 3, se presentan los resultados del análisis de variancia para la variable número de tubérculos < 5g por m². Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para sistemas de producción. El coeficiente de variación fue de 13.41 %, valor que en condiciones de invernadero para este tipo de variable, afianzan un buen grado de confiabilidad de los resultados.

Tabla 3. Análisis de variancia para la variable número de tubérculos <5g por m².

Fuente de variación	GL	CM
Total	3	
Variedades (V)	1	380 ns
Sistemas (S)	1	132860 **
VxS	1	729 ns
C.V. %	13.41%	

Fuente: Los autores

En la Figura 3, se muestran los resultados de las pruebas de comparación de medias (prueba t) entre sistemas de producción para número de tubérculos < 5g por m². El mayor número de tubérculos < 5g por m² promedio fue de 198 tubérculos/m² en el sistema de aeroponía, en tanto que para el sistema convencional el número tubérculos < 5g por m² promedio fue de 19 tubérculos/m².

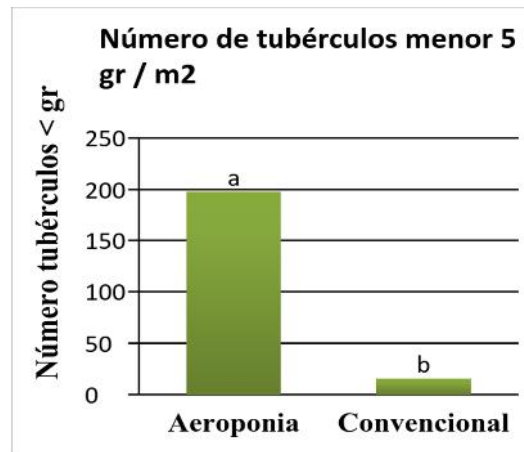


Figura 3. Comparación de metodologías de producción de semilla pre-básica de papa para la variable número de tubérculos < 5 g por m². Barras representan desviación estándar de la media. Fuente: Los autores

Peso de tubérculos mayores a 5 g por m²

En la Tabla 4, se presentan los resultados del análisis de variancia para la variable peso de tubérculos > 5 g por m². Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para sistemas y para la interacción variedad x sistemas. El coeficiente de variación fue 12.71 %, valor que en condiciones de invernadero para este tipo de variable, afianzan un buen grado de confiabilidad de los resultados.

Tabla 4. Análisis de variancia para la variable peso de tubérculos >5 g por m².

Fuente de variación	GL	CM
Total	3	
Variedades (V)	1	506517
Sistemas (S)	1	9664016 *
VxS	1	32879329 *
C.V. %	12.71	%

Fuente: Los autores

En la Figura 4, se muestran los resultados de las pruebas de comparación de medias (prueba t) para el peso de tubérculos > 5 g por m², siendo el tratamiento Aeroponía-Serranita, el que arrojó los mejores resultados con 5401.5 g por m² (216.06 g/pl), en tanto que el tratamiento Convencional - Serranita presentó los promedios más bajos con 980.12 g por m² (39.20 g/pl).

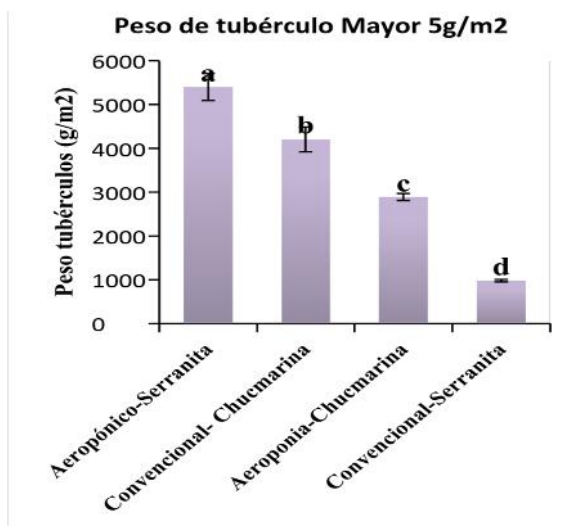


Figura 4. Comparación de tratamientos para el peso de tubérculos > 5g por m². Las barras representan desviación estándar de la media. Fuente: Los autores

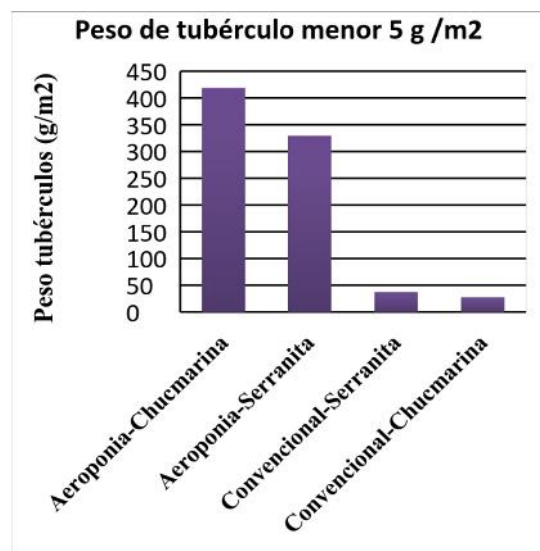


Figura 5. Comparación de tratamientos para el peso de tubérculos < 5 g por m². Barras representan desviación estándar de la media. Fuente: Los autores

Peso de tubérculos menores a 5 g por m²

En la Tabla 5, se presentan los resultados del análisis de variancia para la variable peso de tubérculos <5 g por m². Se encontraron diferencias altamente significativas ($P<0.01$) para sistemas de producción, y diferencias significativas ($P<0.05$) para la interacción variedades x sistemas. El coeficiente de variación fue de 20.36 %, valor que en condiciones de invernadero para este tipo de variable, afianzan un buen grado de confiabilidad de los resultados.

Tabla 5. Análisis de varianza para la variable número de tubérculos <5 g por m².

Fuente de variación	GL	CM
Total	3	
Variedades (V)	1	6332 ns
Sistemas (S)	1	467480 **
VxS	1	99865 *
C.V. %	20.36	%

Fuente: Los autores

En la Figura 5, se muestran los resultados de las pruebas de comparación de medias (prueba t) entre sistemas de producción para número de tubérculos < 5g por m². El mayor número de tubérculos < 5 g por m² promedio fue de 419.025 g por m² en el sistema de Aeroponía- Chucmarina, en tanto que, el menor número de tubérculos < 5g por m² promedio fue de 27.5 g por m² en el sistema Convencional-Chucmarina.

Índice de cosecha

En la Tabla 6, se presentan los resultados del análisis de variancia para la variable índice de cosecha, donde se encontraron diferencias altamente significativas ($P<0.01$) para variedades, sistemas y para la interacción variedades por sistemas. El coeficiente de variación fue de 14.56 %, valor que en condiciones de invernadero para este tipo de variable, afianzan un buen grado de confiabilidad de los resultados.

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable índice de cosecha.

Fuente de variación	GL	CM
Total	3	
Variedades (V)	1	2353 **
Sistemas (S)	1	1677.9 **
VxS	1	3909.7 **
C.V. %	14.56	

Fuente: Los autores

En la Figura 6, se muestran los resultados de las pruebas de comparación de medias (prueba t) por tratamiento para el índice de cosecha. Se encontró que, el mayor índice de cosecha lo obtuvo el tratamiento Aeropónico- Chucmarina con 60.87 %, en tanto que el tratamiento Aeropónico-Serranita presentó el menor valor 12.29%.

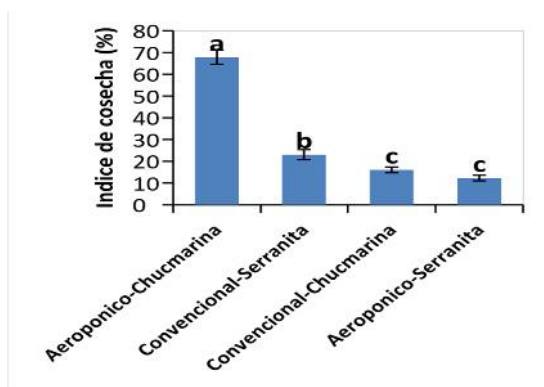


Figura 6. Comparación de tratamientos para índice de cosecha. Barras representan desviación estándar de la media. Fuente: Los autores

Tal como indican Errebhi *et al.* (1999), las diferencias entre variedades pueden deberse a la distribución de biomasa hacia los tubérculos, que está muy relacionada con los niveles de domestica-

ción en especies de papa, con casi 84% en genotipos cultivados de *S. tuberosum*, 7% en los materiales silvestres y 38% en los híbridos de ambos. El índice de cosecha determina la relación en la distribución de biomasa en la planta completa y los órganos de importancia económica como son los tubérculos, por lo que se consideran como un índice de la eficiencia fisiológica (Mackerron y Heilbronn 1985). Los resultados relativamente bajos para índice de cosecha en esta investigación respecto a los obtenidos por Barona (2013), Mateus (2010), Quishpe (2013); confirman los resultados de Struik y Ewing (1995) y mencionados por Mateus (2010), para quienes las altas temperaturas afectan no solo el inicio de la tuberización, sino que reduce la distribución de materia seca hacia los tubérculos e impactando de manera negativa en los programas de mejoramiento es la modificación de algunas características determinantes de la productividad, como son la acumulación de biomasa total y el índice de cosecha bajo ambientes estresantes de calor.

Tabla 7. Análisis económico de la producción de mini tubérculos por m² para las variedades Chucmarina y Serranita empleando dos sistema de producción (aeropónico y convencional). Valores expresados en Dólares y actualizados a diciembre 2016.

DETALLE	AEROPÓNICO		CONVENCIONAL	
	Chucmarina	Serranita	Chucmarina	Serranita
Núm. Tubérculos > 5 g/m ²	239	324	87	54
Núm. Tubérculos < 5 g/m ²	209	186	19	18
PVP Tubérculos > 5 g/m ²	0.26	0.26	0.26	0.26
PVP Tubérculos < 5 g/m ²	0.22	0.22	0.22	0.22
Ingreso Tubérculos > 5 g/m ² (USD)	62.14	84.24	22.62	14.04
Ingreso Tubérculos < 5 g/m ² (USD)	45.98	40.92	4.18	3.96
Ingreso Total (USD/m ²)	108.12	125.16	26.8	18
Costo total (USD/m ²)	74.96	74.96	37.98	37.98
Beneficio Neto (USD/m ²)	33.16	50.20	-11.18	-19.98
Rentabilidad (%)	44.24	66.97	-29.44	-52.61
R.B/C	1.44	1.67	0.71	0.47

Fuente: Los autores

Análisis económico

El menor costo total de producción por metro cuadrado (Tabla 7), se obtuvo en los tratamientos del sistema convencional (Chucmarina y Serranita) con US \$37.98/m²; en tanto que el mayor costo total lo tuvo el sistema aeropónico (Chucmarina y Serranita) con US \$74.96/m²

En la Tabla 7, frente un precio de venta por unidad de mini-tubérculo de US \$ 0.22 para tubérculos menores de 5 g y de US \$ 0.26 para tubérculos mayores de 5g y comercializando el volumen final de semilla por metro cuadrado, el mayor ingreso total, se obtuvo con el sistema Aeropónico-Serranita con US \$125.16/m²; mientras que, el sistema Convencional-Serranita, presentó el menor ingreso total con US \$18/m² debido principalmente a una reducida producción de 72 tubérculos/m². La mayor rentabilidad fue para el tratamiento Aeropónico-Serranita con 66.97%, y la menor rentabilidad se presentó en el tratamiento Convencional-Serranita con -52.61%.

Claramente se identifican ventajas económicas y de producción para el método aeropónico frente al convencional (Tabla 7), sin embargo no alcanzaron resultados tan alentadores como los obtenidos en una investigación realizada por Mateus, et. al. (2013), quien explica que, la tecnología de aeroponía promovida por el Centro Internacional de la Papa muestra como ventajas sobre otras tecnologías: altas tasas de multiplicación (01:25 a 1:45), alta eficiencia de la producción por unidad de superficie (> 900 mini-tubérculos por m²), ahorro en agua, ahorro en productos químicos o energía para la esterilización del sustrato, y mejor calidad fitosanitaria de los mini-tubérculos.

Para esta investigación, así como para Mateus, et. al. (2013), la tecnología de la aeroponía constituye una oportunidad interesante para un inversor por arrojar una rentabilidad de más de 100% y una TIR superior al 40%.

Indica además que estas cifras se basan en varios años de evaluación y son bastante conservadoras en comparación con los datos a nivel de fase-piloto reportados por Maldonado et al., (2007) que comparó aeroponía con la tecnología convencional y reportó una rentabilidad de hasta 545% y una TIR del 650%.

El desarrollo acelerado y sostenido del subsector de papa en los países en desarrollo requiere aumentar la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas basados en este tubérculo. Esto implica una nueva y vigorosa agenda de investigación para el desarrollo. (NeBambi. et. al, 2009).

El futuro de la investigación de la papa en los países en desarrollo tendrá que incluir una serie de áreas prioritarias. Primero, la falta de cantidades apropiadas de semilla limpia es el principal cuello de botella para mejorar la productividad. Se han obtenido resultados prometedores a través de esfuerzos de extensión que promueven el uso de la “selección positiva” y de semilleros de pequeña escala. Otros trabajos de investigación dirigidos a mejorar la calidad de las semillas de los agricultores mediante tecnologías novedosas, como la producción por aeroponía de tubérculos limpios, también han tenido resultados positivos. Debe pensarse seriamente en la posibilidad de fomentar alianzas entre los sectores público y privado como una estrategia a ser tomada en cuenta en los sistemas de semilla de papa que se desenvuelven en los países en desarrollo. También se recomiendan las evaluaciones ex-ante de las posibilidades de retorno de las inversiones mediante el cálculo del impacto de las nuevas variedades de semillas adaptadas y más limpias. En muchos países se requiere invertir en laboratorios para diagnosticar enfermedades de la papa, para medir las concentraciones minerales en los suelos, abonos y fertilizantes, y para determinar la composición y concentración de los compuestos activos de los herbicidas, pesticidas, fungicidas y nematocidas.

4. Conclusiones

Bajo las condiciones en las que se efectuó el presente experimento y específicamente con las variedades Chucmarina y Serranita se concluye que:

- 1.- Se ratifica que, implementar el sistema convencional de producción de semilla pre-básica de papa tiene un menor costo que el sistema aeropónico, óptimo para quienes desean multiplicar semilla pre-básica de papa y no cuentan con un alto capital inicial de instalación para aeroponía.
- 2.- Pese a que el sistema de producción aeropónico tiene un mayor costo de implementación, presenta un ingreso neto total mayor y por ende, mayor

rentabilidad que el sistema convencional a corto, mediano y largo plazo.

3.- A nivel de tratamientos, la mayor rentabilidad se logró con el sistema Aeropónico- Serranita, y la menor rentabilidad se presentó en el sistema Convencional- Chucmarina.

3.- Los de tubérculos > 5g/m², se presentaron en mayor número en el sistema aeropónico en ambas variedades.

5. Agradecimientos

Se agradece la colaboración del personal del Centro Internacional de la Papa en Lima-Perú, quienes están comprometidos con el desarrollo del sistema aeropónico en América.

6. Bibliografía

Andrade-Piedra, J; Kromann, P.; Otazú, V. (Eds.). (2015). Manual para la Producción de Semilla de Papa usando Aeroponía: Diez años de Experiencias en Colombia, Ecuador y Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Quito, Ecuador. 267 p.

Bag, TK; Srivastava, AK; Yaday, SK; Gurjar, MS; Diengdoh, R; Sukhwinder S. 2015. Potato (*Solanum tuberosum*) aeroponics for quality seed production in north Eastern Himalayan región of India. Indian Journal of Agriculture Sciences. 85 (10): 1360-4. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/282696336_Potato_Solanum_tuberosum_aeroponics_for_quality_seed_production_in_north_eastern_Himalayan_region_of_India

Barona, D. 2012. Manejo de la poda apical de tallos en la producción de semilla pre básica de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo un Sistema Aeropónico. Tesis Mg.Sc. Escuela de Posgrado. Universidad Agraria la Molina. Lima, PE. 140 p.

Benítez, J. 1997. Producción de semilla pre-básica de papa, en sustrato con fertirrigación. Estación exp. Sta. Catalina del INIAP. 50 p.

Chang, D.; Sung, Y.; Young, H. Y Kwan, Y. 2000. Hydroponic culture system for the production of seed tubers without soil. Am. Potato J 77(6): 391-394.

Errebhi, M., C.J. Rosen, F.I. Lauer, M.W. Martin & J.B. Bamberg (1999). Evaluation of tuber-bearing *Solanum* species for nitrogen use efficiency and biomass partitioning. Amer. J. of Potato Research 76: 143-151

Esprella, R; Flores, P y García, J. 2012. Guía Práctica para producir nuestra semilla de papa de calidad: guía para agricultores, agricultoras y técnicos. Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos-PROINPA, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF, Centro Internacional de la Papa – CIP, Fundación McKnight. La Paz, Bolivia. p. 24 p.

García, L. 2013. Evaluación técnica, económica y de sustentabilidad de dos métodos de producción de semilla pre-básica de papa (*Solanum tuberosum*) bajo invernadero. Agricultura Sostenible. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 96 p.

INIAP. 2017. Las papas nativas y su importancia en la salud y la alimentación. Publicación web. Disponible en: http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=658:las-papas-nativas-y-su-importancia-en-la-salud-y-la-alimentacion&catid=97&Itemid=208

Mackerron, D., Heilbronn, T. 1985. A method for estimating harvest indices for use surveys potato crops.

Maldonado, L.; Thiele, G.; Otazu, V. 2007 Análisis de costos entre el sistema convencional de producción de semilla de papa de calidad y el sistema aeroponía. En: Alternativas al uso de bromuro de metilo para la producción de semilla de papa de calidad. Centro Internacional de la papa. documento de Trabajo. Lima- Perú. 46p.

Mateus, J. 2010. Efecto del ambiente sobre la producción de minitubérculos de 10 genotipos de papa cultivados bajo un sistema aeropónico. Tesis para optar por el grado de Magister Scientia en Producción Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. 140 p.

- Mateus, J.; Haan, S.; Andrade, J.; Maldonado, L.; Hareau, G.; Barker, I.; Chuquillanqui, C.; Otazú, V.; Frisancho, R.; Bastos, C.; Pereira, A.; Medeiros, C.; Montesdeoca, F. Y Benítez, J. 2013. Technical and economic analysis of aeroponics and other systems for potato mini-tuber production in Latin America. *American Journal of Potato Research*: 1-12 p
- Muro, J.; Díaz, V.; Goni, J. y Lamsfus, C. 1997. Comparison of hydroponic culture and culture in a peat/sand mixture and the influence of nutrient solution and plant density on seed potato yields. *Potato Research* 40: 431-438
- Nebambi, L.; Ortíz, O.; Havertkort, A.; Caldiz, D. 2009. Sustainable potato production. Guidelines for developing countries. Food and Agriculture Organizations of the United Nations. 94 p.
- Quishpe, S. 2013. Evaluación del rendimiento de 10 variedades de papas nativas en la producción de mini-tubérculos bajo el Sistema Aeropónico. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Agropecuario. Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco. 95p.
- Ramírez, J. 2011. Producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) pre-básica. disponible en : <http://www.monografias.com/trabajos89/produccion-semilla-papa-solanum-tuberosum/produccion-semilla-papa-solanum-tuberosum.shtml>. El 02-08-2017
- Ranalli, P. 1997. Innovative propagation methods in seed tuber multiplication programmes. *Potato Research* 40(4): 439-453
- Ritter, E.; Angulo, B.; Riga, P.; Herrán, J.; Relloso, J. y San Jose, M. 2001. Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. *Potato Research* 44: 127-135.
- Struik, P; Erwing, E. 1995. Crop physiology of potato (*Solanum tuberosum*): responses to photoperiod and temperature relevant to crop modeling. En: *Potato ecology and modeling of crops under conditions limiting growth*. 19-40p.
- Veneros, J. 2014. Distribución potencial de *Phthorimaea operculella* (Zeller), bajo condiciones del clima actual y un escenario de cambio climático. Tesis para optar por el grado de Magíster Scientiae en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. 152p.
- Wheeler, R.; Mackowiak, J.; Knott, W. y Hinkle, R. 1990. Potato Growth and yield using nutrient film technique (NFT). *Am. Potato J* 67: 177-187